

Análise comparativa das resistências à compressão e tração do concreto convencional em relação ao concreto reforçado com fibras de polipropileno

Rhuan Brito Galvão, Centro universitário Integrado,
Brasil, rhuانب_galvao@hotmail.com

Sueyla Tawani Harada, Centro universitário Integrado, Brasil,
sueyla.harada@hotmail.com

Resumo: A indústria da construção civil é um dos nichos essenciais para o desenvolvimento das civilizações, sendo fundamental em diversos setores e mecanismo dos grandes centros, tendo influência direta na geração de empregos, na mobilidade urbana, na harmonização e estética das cidades. No Brasil o concreto pode ser considerado o produto mais utilizado neste mercado, sendo empregado em múltiplas funções. Dentro de uma execução esse material apresenta boa aceitação devido à variedade de opções, o custo benefício e versatilidade. Diversas pesquisas são e foram elaboradas acerca do tema, porque apesar da sua eficiência, o mesmo apresenta limitações, como suscetibilidade à corrosão das armaduras, pouca ductilidade, peso elevado e o principal, a baixa resistência a tração. Por esse motivo o presente trabalho foi proposto e desenvolvido, a fim de apresentar alternativas que possam anular ou diminuir essas deficiências existentes. Propõe-se um trabalho sobre a diferença da resistência do concreto convencional, com o concreto reforçado com fibras, mais precisamente o polipropileno. A finalidade é avaliar seu teste de resistência à compressão, resistência a tração e resistência característica, para isso realizaram - se testes laboratoriais, sendo confeccionados corpos de provas, preenchidos com o traço convencional e outros com a adição de 2,5% (dois e meio por cento) e 5% (Cinco por cento) do polímero. Com isso, esperam-se diferentes resultados entre eles. Deste modo, então, poderá se concluir se a adição de fibras de polipropileno aumenta significativamente a resistência do concreto ou não e se é uma opção viável para melhorar o concreto convencional e a possibilidade de aplicação nas obras ao redor do mundo.

Palavras-chaves: Análise; Fibras; Polímeros.

Abstract: The construction industry is one of the essential niches for the development of civilizations, being fundamental in several sectors and mechanisms of large centers, having a direct influence on the generation of jobs, urban mobility, harmonization and aesthetics of cities, in Brazil and the Concrete can be considered the most used product in this market, being used in multiple functions within an execution, this material has such good acceptance due to the variety of options, cost-benefit and versatility, several researches are and have been carried out on the subject, because despite its efficiency it has limitations, such as susceptibility to corrosion of reinforcement, low ductility, high weight and most importantly, low tensile strength, for this reason the present work developed, in order to present alternatives that can nullify or reduce these existing deficiencies, a work will be carried out presenting the difference in the resistance of conventional concrete, with concrete reinforced with fibers, more precisely polypropylene, the purpose is to evaluate its test of compressive strength, tensile strength and characteristic resistance, for this carried out laboratory tests, producing test bodies, filled with the conventional mixture and others with the addition of 2,5% (two and a half percent) and 5% (five percent) of the polymer. Therefore, different results are expected between them. To then conclude whether the addition of polypropylene fibers significantly increases the strength of the concrete or not. Analyzing whether it is a viable option to improve conventional concrete and the possibility of application in construction sites around the world.

Keywords: Analysis; Fibers; Polymers

INTRODUÇÃO

O concreto é um dos produtos mais utilizados no mundo, sendo composto por cimento, água, agregado miúdo e agregado graúdo. E possui as propriedades mecânicas de resistência à compressão, resistência à tração e módulo de elasticidade. Tem vários tipos de concreto e diversas maneiras de ser utilizado tanto em edificações de grandes portes, como também em estruturas simples. Sendo vantajosa por fatores econômicos, devido a resistência, flexibilidade, durabilidade, entre outros. (FIGUEIREDO, 2011)

Conforme Barros (2009) mesmo o concreto possuindo muitas qualidades, o convencional pode ter limitações e uma delas é a ruptura, devido aos esforços de compressão, que ocorre de maneira brusca. A resistência a tração é uma das propriedades onde o concreto não apresenta boa eficiência, para atingir uma capacidade maior é feita a introdução de barras de aço nas fôrmas da peça, dando origem ao concreto armado. (GUPTA, 2014)

Nos últimos sessenta anos muitos pesquisadores e autores realizaram estudos à respeito da introdução de fibras na mistura do concreto, tanto as polímeras, como as de aço e naturais, conforme coloca Amaral Jr (2016). De acordo com o descrito por Metha, (2006) cerca de 300.000 toneladas de fibras são utilizadas na confecção do concreto ao redor do mundo. Os Estados Unidos registram um aumento de 20% na produção desse material, mesmo que este mercado seja pequeno, há uma margem de investimento em tecnologias para a produção e elaboração de estudos e testes técnicos que impulsionam a cada dia mais a introdução das fibras no âmbito da construção civil. Conforme Carvalho, Cabral (2018) o uso do reforço com fibras tornou-se muito utilizado devido ter alcançado resultados bastante positivos. Sendo assim, a adição de fibra polipropileno é uma das opções para melhorar a resistência à tração do concreto, sendo suas vantagens o custo e benefício, maior resistência a impactos e fissuras, entre outros. (FIGUEIREDO, 2011).

As pesquisas desenvolvidas a respeito da adição de fibras ao concreto podem ser divididas em um período anterior e posterior aos anos de 1960. Após a década de sessenta a utilização dos polímeros na composição do concreto aumentou, isso porque houve a inserção de diversos tipos de fibras e materiais ao mercado da construção civil e indústria. Para Accetti e Pinheiro (2000), devido a isso, novas aplicações surgiram e muitos autores dissertaram sobre o tema, o que ainda se perpetua nos dias atuais. Ainda, de acordo com Pereira, Figueiredo e Bauer (2005), no ano de 1965 a empresa Shell Chemical elaborou testes que futuramente originaram a fibra polipropileno, comercializado em filmes fibrilados picotados. Em sessenta e seis a fabricante patenteou a invenção.

Segundo Salvador (2013) o corpo submetido a uma carga máxima, até a fissuração, sofre com a descarga repentina para as fibras, a adição dos polímeros à composição cimentícia, aumenta significativamente a ductilidade do mesmo, devido ao ganho em absorção de cargas, atuando como uma ponte de

transferência de energias entre as fissuras, ocasionando a diminuição da sua expansão. Concretos com baixo teor de fibras possuem instabilidade, pois a capacidade de resistência pós fissuração é menor que a resistência matriz. O mesmo autor afirma que as fibras de polipropileno são amplamente encontradas no cenário nacional, sendo que as mesmas, além de possuírem diversas propriedades e características, são perfeitas para a composição a concretos fibrosos.

Diante disso, o trabalho tem como objetivo comparar a resistência do concreto comum, com o concreto reforçado com fibras de polipropileno (Resistência à compressão). Para isso serão realizados testes laboratoriais, fazendo corpos de provas do concreto convencional e outros com dois tipos de variações de quantidade de fibras. Na sequência será feito o teste de resistência e por final a comparação de resultados dos testes. Com isso, espera-se que este trabalho possa contribuir para um melhor entendimento das diferenças entre o concreto comum e o reforçado com fibras de polipropileno em relação à resistência, bem como suas aplicações práticas em projetos de construção civil.

REFERENCIAL TEÓRICO

Presente na maioria dos canteiros de obras ao redor do mundo o concreto é essencial para o ramo da construção civil, sendo considerado um dos principais elementos do mercado da engenharia civil. Tal fato é justificado por números que indicam o crescimento na produção do material, muito por conta da sua versatilidade dentro dos métodos construtivos presente nas edificações. Nos últimos duzentos anos, diversos livros e trabalhos foram desenvolvidos sobre o produto, além de investimentos e pesquisas com o intuito de melhorar as características principais do concreto, a trabalhabilidade, resistência e durabilidade, outro fator relevante é a capacidade técnica que o material atende, sendo utilizado para diversos fins, em diferentes tipos de edificações e presente em várias etapas construtivas. (METHA; 1999).

O concreto é considerado como um excelente custo benefício, pois a sua tecnologia de fabricação é composta por componentes de fácil acesso, o cimento portland e os agregados. Em análise de comparação com demais produtos que compõem o mercado da construção civil, o concreto é menos agressivo ao meio, em relação à conservação de energia e recursos naturais. (METHA et al, 1999).

Segundo Budinski (1996) e Taylor (1994), materiais a base de cimento Portland, quando integrados com compósitos resultantes das combinações de polímeros e cerâmicas, apresentam uma resposta positiva quanto à ductilidade e resistência, visto que os polímeros elevam a resistência à compressão, além de baixo módulo de elasticidade, uma ductilidade variável e excelente resistência a tração.

As fibras de polipropileno são consideradas polímeros que, de acordo com Hollaway (1994), são formadas por um composto que atua em um sequencial de moléculas polimerizadas, originando uma cadeia com a capacidade de interligarem –se uma sobre as outras, tornando a fibra flexível e tenaz, que por sua vez, quando incorporadas ao material aumentam a resistência do mesmo. Por

esse motivo pesquisadores buscam, por meio de estudos, incorporarem compostos que melhore essa propriedade apresentada pelo produto. A fibra de polipropileno é uma alternativa mais comum, pelo fato de ser comercializada em grande escala e com preço acessível, auxiliando na diminuição ou eliminando as possíveis fissuras após a execução.

De acordo com Figueiredo (2005) a fibra é um derivado do propileno, um termoplástico, que possui a menor massa específica da classe, usualmente comercializada com um peso aproximado de $0,97\text{g/cm}^3$, informação de catálogo da fabricante DURISTEEL. Ao ser introduzida a composição do betão não influencia no peso total da massa, outra característica positiva é a capacidade que o polímero tem em resistir aos agentes corrosivos. A introdução das fibras na composição cimentícia proporciona ao meio o controle da perda de umidade, fator essencial para a prevenção do fenômeno de *spalling* do concreto, de modo geral o polímero atua como um agente redutor, freando a expansão das fissuras. (ROSA FILHO et al., 2017).

Segundo Callister (2010), polímeros são divididos em dois grupos, os sintéticos, onde a fibra utilizada no desenvolvimento desse trabalho está classificada (este conjunto inclui também plásticos e diversos tipos de borrachas), e as naturais, como por exemplo, lãs, couros, madeiras e algodão. A produção desse composto avançou após os anos de 1945, período pós segunda guerra, devido ao aumento das tecnologias, o desenvolvimento de órgãos de pesquisa e a alta na demanda da produção de componentes novos.

O vasto leque de produtos provenientes desse conjunto ocasionou a subdivisão em microestruturas, classificadas de acordo com a composição química, processo de produção e peso molecular, determinando as macrofibras e microfibras, onde a última citada é ramificada para a monofilamento, tendo como característica um padrão de dimensão e corte e as fibriladas, que apresentam uma maior adesão entre a fibra e a matriz, por conta do efeito de intertravamento (SALVADOR, 2013; BENTUR; MINDESS, 1990).

Para alcançar resultados positivos os teores de fibras inseridos a mistura necessitam de um controle, tendo em vista que as resistências mecânicas do material aumentam em equivalência ao volume de polímeros incluso, portanto, existe um valor denominado percentual limite, afirma CEPED (1982). Bernard (2003) complementa que o volume ideal para que o processo de introdução da fibra seja viável é entre um valor crítico e o limite, complementou.

Para que exista o ônus, ou seja, para que a capacidade em melhorar as propriedades do concreto tenha êxito, o teor de fibra é fundamental e influência diretamente ao desempenho, por exemplo, quantidade maior de fibra inserida a composição, aumento do fenômeno “ponte”, a transferência de tensões até as extremidades da peça, tornando assim o meio mais eficaz no controle de fissuras. Além do teor, a geometria da fibra afeta diretamente na eficiência do composto, por meio do fator forma λ (dado pela divisão do comprimento da fibra pelo diâmetro do círculo, onde a área é equivalente a seção transversal da fibra), portanto, a relação é descrita por, quanto maior o fator (λ), maior será a capacidade de resistência e controle após fissuração. A trabalhabilidade depende diretamente da geometria e teor da fibra, e mais ainda do grau de rigidez da

mesma, o polímero afeta a consistência e mobilidade do betão (FIGUEIREDO, 2005).

Importante ressaltar, conforme coloca Dantas et al. (2021) que o concreto reforçado com fibras reduz o impacto ambiental, reduz custos, sendo uma solução economicamente viável para várias tecnologias construtivas. Observa-se que tem havido um avanço nos estudos referentes ao emprego de fibras depolipropileno em concreto e sua utilização está se tornando bastante viável e vantajosa.

MÉTODO

Propõe-se neste trabalho realizar os testes de compressão diametral. Para isso confeccionou-se três traços de concreto em corpos de prova, em fôrmas cilíndricas com dez centímetros de diâmetro e vinte centímetros de altura, dimensões padronizadas de acordo com a NBR 8522. O primeiro, sem a adição da fibra e os demais com uma porcentagem distinta. Um segundo com 2,5% de adição e o terceiro com 5% do polímero. Em conformidade com Amaral Júnior (2016) adotou-se a seguinte proporção para a confecção da massa 1:2:2, valores indicados respectivamente para cimento, areia e brita tendo um teor de água equivalente a 0,50, de acordo com os índices indicados pelo Ibracon, traço convencional para concreto com resistência de 25 Mpa.

A cura obedecerá às seguintes datas: cura aos vinte e oito dias, para então ser submetido ao teste na prensa hidráulica quinze corpos de prova, sendo eles divididos em quatro com adição de fibras (Resistência a tração dois com 1% e 3% e os mesmos dois com a porcentagem igual para Resistência à compressão) e dois apenas no traço simples (sem adição de polipropileno submetidos ao mesmo teste compressão e tração).

Tabela 1 – Resistência a compressão, após a cura

CONCRETO	28 DIAS
1% FIBRAS	
3% FIBRAS	
TRAÇO SIMPLES	

Os materiais que serão utilizados na execução dos corpos de prova são, cimento portland CP II, areia média, brita graduada (com tamanho máximo de 24 mm), água potável e fibras de polipropileno, as fibras atenderá uma espessura padrão de 12 milímetros, o traço pretendido é o de 1:2:2.

Para compreensão em medidas, foi elaborada a seguinte tabela:

Tabela 2 – Medidas do traço

CONCRETO	CIMENTO (g)	AREIA (g)	BRITA (g)	ÁGUA (Litros)	FIBRAS (%)
C/ FIBRAS	1000g	2500g	2500g	1 litro	2,5%
C/ FIBRAS	1000g	2500g	2500g	1 litro	5%
TRAÇO SIMPLES	1000g	2500g	2500g	1 litro	Sem Adição

Para a elaboração dos corpos de provas utilizou-se das dependências do CEI, o laboratório de construções mais especificamente, em princípio ocorreu à separação dos materiais e, por meio de uma balança, os agregados foram pesados e separados. Aprincípio um recipiente foi posto na balança para taxar a sua tara, em seguida houve a coleta da areia e posteriormente submetida a pesagem, totalizando doze quilos e meio (12,5 Kg), após este processo reservou-se o agregado, então usufruindo do mesmo balde realizou a coleta da brita, tendo como peso final os mesmos doze quilos e meio (12,5 Kg), conforme ilustrados nas figuras a seguir:



Figura 01 – Pesagem do recipiente vazio.



Figura 02 – Pesagem dos agregados (Brita)

As fibras também passaram pelo processo de separação e pesagem, conforme metodologia adotada pelo presente trabalho as medidas inseridas a mistura foram de um por cento (2,5%) igual a seiscentos e vinte cinco gramas (0,625 Kg) e três por cento (5%) equivalente a um quilo oitocentos e setenta e cinco gramas (1,875 Kg), além disso foram separados doze litros e meio de água, tendo como referência o índice de 0,50 sugerido pela a instituição Ibracon (Instituto Brasileiro de concreto).



Figura 03 – Recipiente com 12,5 litros de água.

Posterior à organização dos agregados, do polímero e a água, por meio da utilização de uma betoneira iniciou-se o processo de confecção do concreto, compôs a massa vinte e cinco quilos de cimento portland CP II, marca votoran (Figura 04), iniciou-se com a adição do cimento e o agregado miúdo (Areia) e por trinta segundos aciona a betoneira, posteriormente é feita a inclusão da brita (Agregado Graúdo) e a fibra de polipropileno, para as amostras em que necessitam dessa adição, e pelos mesmos trinta segundos (30 s) mistura a composição, por fim a água e então mais três minutos (3 min) homogeneizando os materiais, Amaral Jr, (2016). Ainda, de acordo com o autor referenciado anteriormente, a sequência foi testada e apresenta uma melhor equalização do polipropileno com os demais insumos.



Figura 04 – Cimento CP II, Votoran 50 Quilos.



Figura 05 – Adição de areia ao composto.



Figura 06 – Adição das fibras de polipropileno à composição.

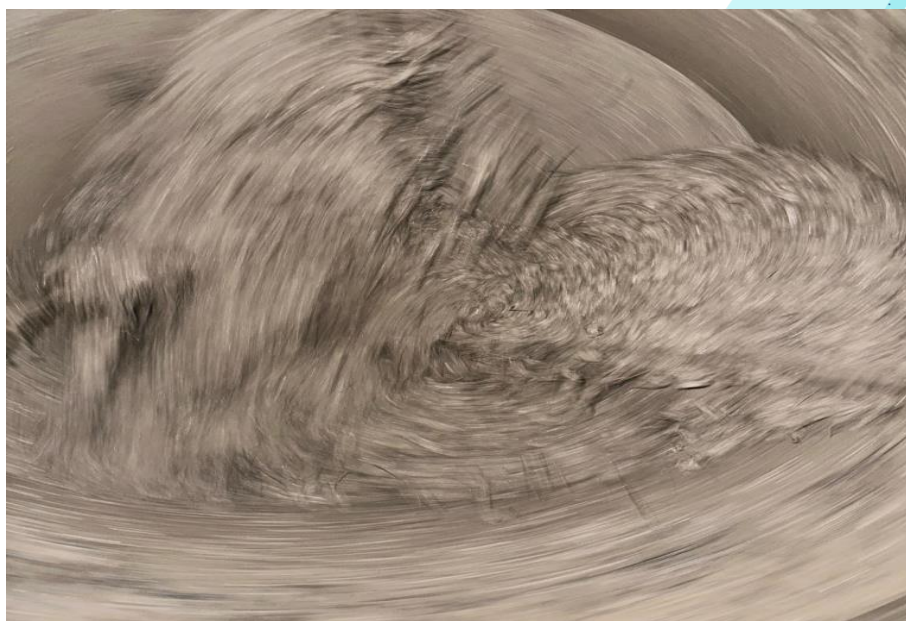


Figura 07 – Processo de homogeneização da massa.

Ao fim do tempo de misturas as formas cilíndricas foram separadas, para que então se iniciasse a modelagem dos corpos de provas. Ao todo foram elaborados quinze (15) modelos, sendo separados pela quantidade de fibras aplicadas em cada um deles, resultando em sete unidades (7) de concretos sem adição, cinco (5) amostras com a adição de um por cento (2,5%) do polipropileno e outras três (3) com a adição de três por cento (5%) do polímero.

As etapas para a modelagem obedeceram os parâmetros indicados pela NBR 5738/2015, a princípio realizou a aplicação de um óleo mineral, o desmoldante que auxiliará no processo de desenformar as amostras, em seguida o concreto é depositado até atingir aproximadamente a metade do cilindro (10 centímetros), então são efetuados doze golpes por meio da utilização de uma vergalhão, para que haja o adensamento da massa ao molde, para que então o restante do cilindro seja preenchido, e novamente efetuou se a compactação do concreto por meio de golpes, porém apenas nos últimos dez centímetros do corpo de prova, por fim o concreto que excede a superfície é alinhado para que então possa ser armazenado em uma câmara úmida. Após dois dias os moldes são desenformados e submersos em um reservatório com água, até o momento em que vão ser submetidos aos testes de compressão, antes os moldes foram submetidos a pesagem, a amostra sem adição obteve um peso médio de três quilos e oitocentos gramas (3,8Kg), enquanto as demais apresentam um menor valor, o concreto incorporado com dois e meio por cento, peso aproximado de três quilos e setecentas e oitenta gramas (3,780 Kg), já o molde com a introdução de cinco por cento de fibra marca três quilos trezentos e setenta gramas (3,370 Kg), visualmente é notável a quantidade vazia que os concretos com adição do polímero apresentam.



Figura 08 – Modelagem dos corpos de provas.



Figura 09 – Amostras desenformadas e separadas.



Figura 10 – Amostras submersas, em processo de cura.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Após a realização de testes para verificar se a adição de fibras de polipropileno aumenta significativamente a resistência do concreto, ou não, e se é uma opção viável para melhorar o concreto convencional, os resultados indicam que, nos ensaios, não houve melhoras das características de resistência à compressão do concreto.

Nas tabelas 3 e 4 abaixo tem-se os resultados obtidos através do ensaio de resistência à compressão.

Tabela 3–Resultado do teste à compressão após vinte e oito dias

Corpo de prova	Resistência (Mpa)				
	1	2	3	4	5
Sem Fibra de polipropileno	29.03	27.88	28.52	27.25	22.41
2,5% Fibra de polipropileno	23.55	22.54	21.01	24.45	21.01
5% Fibra de polipropileno	11.97	6.62	11.71		

Tabela 4–Média dos resultados do teste à compressão após vinte e oito dias

Corpo de prova	Média da resistência (Mpa)
----------------	----------------------------

Sem Fibra de polipropileno	27.01
2,5% Fibra de polipropileno	22.51
5% Fibra de polipropileno	10.01

Após vinte e oito dias do processo de cura foram realizados os testes à compressão na prensa hidráulica. Com cinco corpos de provas sem fibras de polipropileno, cinco corpos de prova com 2,5% de fibras de polipropileno e três corpos de prova com 5% de fibras de polipropileno.

Os testes com os corpos de prova sem fibras tiveram a média de resistência de 27.01Mpa. Os testes com os corpos de prova com 2,5% de fibras tiveram a média de resistência de 22.51Mpa. Os testes com os corpos de prova com 5% de fibras tiveram a média de resistência de 10.01Mpa.

Diante dos resultados obtidos nos testes realizados considera-se que o concreto reforçado com a quantidade de 2,5% e 5% de fibras de polipropileno, quando é colocado a teste de compressão, resiste menos que o concreto convencional. Assim, as fibras de polipropileno na quantidade utilizada, não trouxeram os resultados que se esperavam.

Novos testes são necessários para que se possa avaliar a resistência do concreto comum, com o concreto reforçado com fibras de polipropileno (Resistência à compressão).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este artigo propôs-se a desenvolver testes a fim de comparar a resistência do concreto comum, com o concreto reforçado com fibras de polipropileno (Resistência à compressão), tendo em vista a melhoria da propriedade e aplicações do concreto.

Após a pesquisa pode-se concluir que os resultados obtidos com a porcentagem aplicada não apresentaram os resultados esperados, pois não houve incremento das características de resistência à compressão do concreto.

Como sugestões para trabalhos futuros, o mais indicado seria introduzir porcentagens menores de fibras na composição.

Pois é um assunto que deve merecer mais atenção e pesquisas, pois nos artigos e trabalhos que tratam deste tema, os resultados de ensaios indicam que há uma melhora bastante significativa em alguns aspectos e atributos do concreto.

REFERÊNCIAS

AMARAL JÚNIOR, J. C. **Avaliação da influência da adição de fibras poliméricas nas propriedades térmicas e mecânicas do concreto.** [s.l.] CEFET MG, 2016.

ACCETTI K. M., Pinheiro L. M. **Tipos de fibras e propriedades do concreto com fibras**. 42º Congresso Brasileiro do Concreto – IBRACON, IIA-25: Fortaleza, Brasil; 2000.

BARROS, A. R. **Avaliação do comportamento de vigas de concreto auto-adensável reforçado com fibras de aço**. 2009. 155 p. Dissertação - Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal de Alagoas, Maceió, 2009.

BENTUR, A.; MINDESS, S. **Fibrereinforced cementitious composites**. United Kingdom. Elsevier, 1990.

BERNARDI, S., T. **Avaliação do comportamento de materiais compósitos de matrizes cimentícias reforçadas com fibra de aramida kevlar**. Dissertação de mestrado. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2003.

Budinski, K, G.: **Engineering Materials**: properties and selection. Prentice Hall International., 5ed, 1996. 653p. New Jersey.

CALLISTER, W., D. **Materials science and engineering**: an introduction. 8ª edição, United States of America: John Wiley & Sons, Inc, 2010.

CARVALHO, A. R. CABRAL, A. E. B. **Concreto com adição de fibras para confecção de anéis pré-moldados segmentados para revestimento de túnel de metrô**. Programa de pós-graduação em Engenharia Civil: Estruturas e Construção Civil, Universidade federal do Ceará, 2018.

CEPED, Centro de pesquisa e Desenvolvimento. **Utilização de fibras vetais no fibrocimento e no concreto-fibra**. Rio de Janeiro, BNH/DEPEA , 1982.

DANTAS, J. A.; SOUZA, D. A.; FIGUEIREDO, A. D.; MONTE, R. **Sistemas paredes de concreto moldado no local com concreto com fibras**. In: WORKSHOP.

DE ROSA FILHO, C. et al. **Análise do comportamento mecânico do concreto com adição de fibras de polipropileno e sua atuação no combate as manifestações patológicas**. 2017.

DE TECNOLOGIA DE PROCESSOS E SISTEMAS CONSTRUTIVOS, 2021.
Disponível em: <https://eventos.antac.org.br/index.php/tecsic/article/view/1327>.
Acesso em

FIGUEIREDO, Antonio Domingues de. **Concreto com fibras**. Instituto Brasileiro do Concreto, 2005.

FIGUEIREDO, A. D. **Concreto Reforçado com Fibras**. 2011. 247 p. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia Civil, Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2011.

GUPTA, R., S. **Principals of structural design: wood, steel and concrete**. 2ª Edição. Boca Raton: CRC Press, 2014.

HOLLAWAY, L. **Polymers and polymer composites**. In: J. M. ILLSTON. Construction Materials; their nature and behaviour. 2ed. J. M. Illston/E & FN Spon, 1994. p.321- 358, London.

METHA, P.; MONTEIRO, P. **Concreto** – Microestrutura, Propriedades e Materiais. 3º edição, Ed Ibracon. 2006.

METHA, P. K. **Advancements in concrete technology**. ConcreteInternational, v 2, 1999.

PEREIRA, C. H. A.; FIGUEIREDO, E. J. P.; BAUER, E. **Avaliação da influência da adição de fibras sintéticas ao concreto quanto ao ingresso de íons cloreto**. Universidade Federal do Rio Grande, 2005.

PILS, S. E. et al. **Concretos drenantes: estudo de dosagem e adição de fibras polipropileno**. **IBRACON**, p. 11, 2019.

SANCHEZ, I.H. S. CARVALHO L, PIMENTA, W.A.M. **Os benefícios efetivos no concreto a partir da adição de fibras de polipropileno**.2022. Centro Universitário UNA, 2022.

TAYLOR, G.D. **Materials in Construction**. London: Longman Scientific & Technical. 2ed, 1994. 284p.